

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004 年 5 月 13 日 (13.05.2004)

PCT

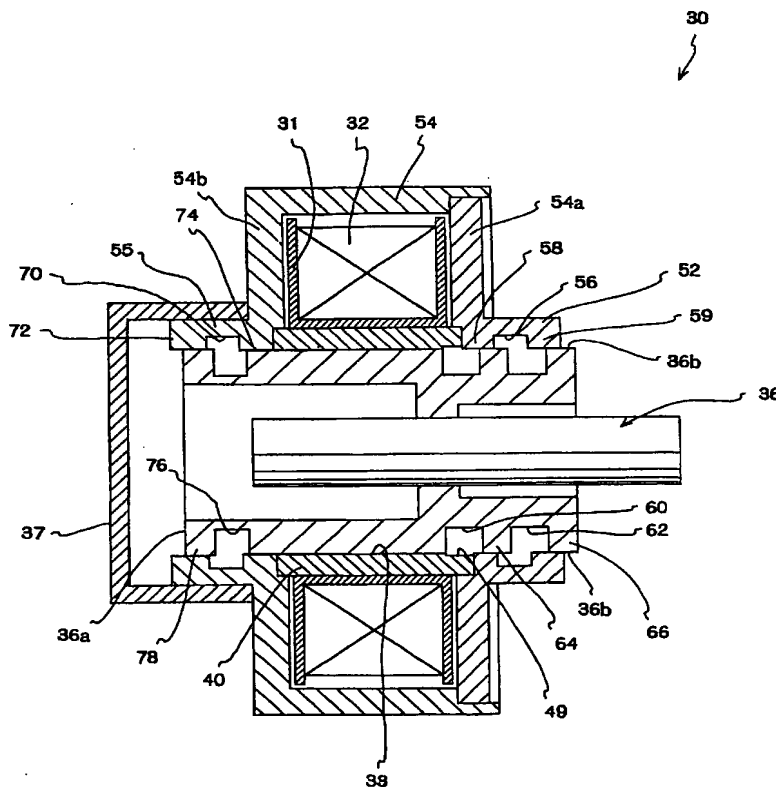
(10) 国際公開番号
WO 2004/040595 A1

- (51) 国際特許分類⁷: H01F 7/16 (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): シナノケンシ株式会社 (SHINANO KENSHI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒386-0498 長野県 小県郡 丸子町 大字上丸子 1 0 7 8 Nagano (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/013393
- (22) 国際出願日: 2003 年 10 月 20 日 (20.10.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2002-317356
2002 年 10 月 31 日 (31.10.2002) JP
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 大久保 政志 (OKUBO, Masashi) [JP/JP]; 〒386-0498 長野県 小県郡 丸子町 大字上丸子 1 0 7 8 シナノケンシ株式会社 内 Nagano (JP).
- (74) 代理人: 綿貫 隆夫 (WATANUKI, Takao); 〒380-0935 長野県 長野市 中御所 3 丁目 1 2 番 9 号 クリエイションビル Nagano (JP).

[続葉有]

(54) Title: SOLENOID

(54) 発明の名称: ソレノイド



(57) Abstract: A solenoid that is small and can increase drive force in a controllable range. The solenoid is characterized in that it has a bearing (40) formed from a nonmagnetic material; n number (n: equal to or greater than 0) of grooves (56) and (n + 1) number of teeth (58) which grooves and teeth are provided on an opposite face (52) of a first yoke portion (54a), the teeth (58) being provided adjacent the grooves (56) and serving as magnetic poles; m number (m: equal to or greater than 0) of grooves (70) and (m + 1) number of teeth (72, 74) which grooves and teeth are provided on an opposite face (55) of a second yoke portion (54b), the teeth (72, 74) being provided adjacent the grooves (70) and serving as magnetic poles; (n + 1) number of grooves (56) and (n + 1) number of teeth (58, 59) which grooves and teeth are provided on the opposite face (52), opposite a moving element (36), of the first yoke portion (54a), the teeth (58, 59) being provided adjacent the grooves (56) and serving as magnetic poles; and m number of grooves (76) and m number of teeth (78) which grooves and teeth are provided on the opposite face (55), opposite the moving element (36), of the second yoke portion (54b), the teeth (78) being adjacent the grooves (76) and serving as magnetic poles.

(57) 要約: 小型で且つ制御可能な範囲での推力を大きくすることができるソレノイドを提供する。非磁性体により形成された軸受 40 が設けられ、第 1 のヨーク部 54 a の対向面 52 に、n 個 (n は 0 以上の正の整数) の溝部 56 と、溝部 56 に隣接し

[続葉有]

WO 2004/040595 A1



(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許

(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

て磁極として機能する $n+1$ 個の歯部 58 とが設けられ、第 2 のヨーク部 54 b の対向面 55 に、 m 個 (m は 0 以上の正の整数) の溝部 70 と、溝部 70 に隣接して磁極として機能する $m+1$ 個の歯部 72, 74 とが設けられ、可動子 36 の第 1 のヨーク部 54 a との対向面 52 に、 $n+1$ 個の溝部 56 と、溝部 56 に隣接して磁極として機能する $n+1$ 個の歯部 58, 59 とが設けられ、可動子 36 の第 2 のヨーク部 54 b との対向面 55 に、 m 個の溝部 76 と、溝部 76 に隣接して磁極として機能する m 個の歯部 78 とが設けられていることを特徴とする。

明 細 書

ソレノイド

技術分野

本発明は、アクチュエータとしてのソレノイドに関する。

背景技術

従来から一般的に知られているソレノイドの構成を図5および図6に示す。

ソレノイド10は、励磁コイル12と、励磁コイル12を囲んで組付けられたヨーク14と、励磁コイル12の中心部分に配置された軸受15と、軸受15によって摺動自在に保持される可動子16（可動鉄心：プランジャ）とを具備している。（特開平5-211744号公報 第1図、第2図等参照）

ヨーク14は、少なくとも上ヨーク14aと下ヨーク14bの2つの部材から構成されており、上ヨーク14aが一方側に配置され、下ヨーク14bは可動子16の他方方向Aへの移動を規制するように、可動子16の収納部19の他方側端部を閉塞して設けられている。

この下ヨーク14bの中でも、可動子16の他方側端部16aに対向する面14cが固定鉄心として機能する。

図5のソレノイド10において励磁コイル12に通電すると、例えば破線で示すような磁路aが形成される。なお、ここで示される磁路aの向きはあくまで一例である。

磁路aは、ヨーク14の内部を通り、上ヨーク14aから可動子16内に入り、可動子16を軸線方向に沿って下ヨーク14b側へ移動し、可動子16の一方側の端面16aから空気中を介して下ヨーク14bの固定鉄心部分14cへ抜ける。そして、下ヨーク14bから上ヨーク14aへ抜けて環流するように形成される。

可動子16は、可動子16の他方側端面16aと下ヨークの固定鉄心部分14cとの間のギャップBによって生じる磁気力によって固定鉄心部分14cに引きつけられる。これがソレノイドとしての推力となる。

このソレノイド10における推力は、ギャップBの距離（すなわちストローク）

に対して指数関数的に減少する。

従来の他のソレノイドとして図6に示したような構造のものもある。ここで、図5で示したソレノイドの構造と同一の構成要素については同じ符号を付し、説明を省略する。

このソレノイド20でも下ヨーク14bが可動子16の収納部19の他方側端部を閉塞するように設けられている。この下ヨーク14bにおける固定鉄心14cは、可動子16の収納部19内方に突出するように設けられており、さらにこの固定鉄心14cの先端部が可動子16の他方側端面16aの形状に合わせて凹設された凹部17に形成されている。

また、可動子16の他方側端面16aは、固定鉄心14cの先端部に形成された凹部17に収納可能となるよう、他方側に向かって徐々に小径となるような先端尖鋭状に形成されている（特開平7-336943号公報 第1図参照）。

このようなソレノイド20における磁路も図5に示したソレノイド10における磁路と同一のルートを形成するので、ここでは図示しないが、ソレノイド20の推力は、固定鉄心14cと可動子16の他方側端面16aとのギャップによって生じる。また、ソレノイド20の可動子16の他方側端面16aのテーパ角度によって、推力却変位特性が変化することが知られている。

上述したように、ソレノイドの推力は固定鉄心を可動子との間に生じているギャップに蓄えられる磁気エネルギーの大きさで決まる。すなわち、推力は固定鉄心と可動子の距離によって決まる。

ここで、従来のソレノイドにける可動子のストローク（変位置）と発生する推力との関係を図7に示す。ここに示されているように、従来のソレノイドにおいては、可動子が最も固定鉄心から離れた位置で推力が最小となり、可動子が固定鉄心に近づくにつれて推力が増大することとなる。

ところで、ソレノイドの実可動範囲と制御範囲とが図7に示すような関係にある場合には、実際に制御したい制御範囲では大きな推力を得ることができない。また、推力特性も非線形であるため制御性も悪い。

このように従来のソレノイドでは、可動子の移動範囲の端面と固定鉄心間で推力を発生させているため、可動範囲が広くなるにつれ制御範囲をソレノイドの推

力特性の最適範囲へ設定することができないという課題があった。

また、実可動範囲が広く、且つ制御範囲における要求推力が大きい場合には、ソレノイド自体を大型にして推力を発生せざるを得ないという課題もあった。

そこで、本発明は上記課題を解決すべく、その目的とするところは、小型で且つ制御可能な範囲での推力を大きくすることができるソレノイドを提供することにある。

発明の開示

すなわち、本発明にかかるソレノイドによれば、励磁コイルと、該励磁コイルの中心部分に配置される可動子と、前記励磁コイルの一方の端面側を覆い、可動子外周面と対向する対向面を有する第1のヨーク部、前記励磁コイルの他方の端面側を覆い、可動子外周面と対向する対向面を有する第2のヨーク部、該第1および第2のヨーク部を連結してコイルの外周部を覆う連結部とを有し、前記可動子との間で閉磁路を形成するヨークとを具備するソレノイドにおいて、前記第1のヨーク部の対向面と、前記第2のヨーク部の対向面とによって挟み込まれるようにして前記可動子の外周に配置されて可動子を移動自在に支持し、非磁性体により形成された軸受が設けられ、前記第1のヨーク部の対向面に、内周に沿って凹設された n 個（ n は0以上の正の整数）の溝部と、該溝部に隣接して磁極として機能する $n+1$ 個の歯部とが設けられ、前記第2のヨーク部の対向面に、内周に沿って凹設された m 個（ m は0以上の正の整数）の溝部と、該溝部に隣接して磁極として機能する $m+1$ 個の歯部とが設けられ、前記可動子の前記第1のヨーク部との対向面に、外周に沿って凹設された $n+1$ 個の溝部と、該溝部に隣接して磁極として機能する $n+1$ 個の歯部とが設けられ、前記可動子の前記第2のヨーク部との対向面に、外周に沿って凹設された m 個の溝部と、該溝部に隣接して磁極として機能する m 個の歯部とが設けられていることを特徴としている。

この構成による作用は以下の通りである。

すなわち、可動子の外周面に対向する第1のヨーク部と第2のヨーク部を通して可動子内に磁路が形成され、従来のように可動子の端面と、該端面に対向する固定鉄心との間で推力を生じさせないので、従来よりも全体を小型化できる。

また、推力の発生に、可動子の移動方向の端面と、この端面に対向する位置に固定鉄心とを設ける必要がないため、移動方向に関して可動子の動きは制限されない。これにより、可動子の実可動範囲の広さとは関係無く、制御範囲を推力特性の最適範囲に合わせるようにソレノイドが設計できる。

また、第1のヨーク部と第2のヨーク部の2箇所では推力を生じさせているので、単純にストロークが徐々に0に近づいている場合であっても従来のように推力が指数関数的に減少するのではなく、推力の安定領域を広げて制御性を良くすることができる。

またこのとき、たとえヨークに磁極としての対向面を設けたとしても、可動子側に溝部が無いと（すなわち磁極として形成される歯部が無いと）、可動子と対向面との間での磁路は、可動子の外周面に垂直な方向になるので、これでは何ら推力に寄与する磁路が得られない。なお、推力は dP/dx に比例することが知られている（ P はパーミアンス（磁気抵抗の逆数）、 x は可動子の変位である）ので、推力を得るためには、可動子の移動に対してパーミアンスが変化するような構造を設けることが必要となる。そこで可動子に溝部を設け、可動子の移動に対してパーミアンスが変化するようにして推力を得るようにしたのである。

さらに、軸受を基準として第1のヨーク部と第2のヨーク部の組付けを行なうことにより、第1のヨーク部の対向面および第2のヨーク部の対向面と、可動子との間の空隙を高い精度で極めて小さくすることができる。このため、励磁コイルへ通電した電気エネルギーの磁気エネルギーへの変換効率を上げることとなり、より高い推力を得ることができる。

また、前記第1のヨーク部および前記第2のヨーク部に形成された対向面は、同一の内径を有することにより、上記のように、励磁コイルへ通電した電気エネルギーの磁気エネルギーへの変換効率を上げることとなり、より高い推力を得ることができる。

また、前記溝部および前記歯部の形状は断面視矩形または台形に形成されていることを特徴としてもよい。

なお、前記可動子に設けられた溝部の上端縁部であって、前記軸受に対して軸線方向に離間する方向側に位置する部位が、前記可動子の可動範囲において軸受

と接触しない位置に形成されていることを特徴とする。

この構成によれば、溝部の上端縁部が軸受に当接して軸受を傷つけるのを防止している。このためソレノイドの長寿命化を図ることができる。

さらに、前記可動子に設けられた溝部の上端縁部であって、前記軸受に対して軸線方向に離間する方向側に位置する部位が、前記可動子の可動範囲において軸受と接触しないように、前記軸受には、逃げ部が形成されていることを特徴としても、溝部の上端縁部が軸受に当接して軸受を傷つけるのを防止できる。このためソレノイドの長寿命化を図ることができる。

図面の簡単な説明

図1は、本発明にかかるソレノイドの第1の実施形態を示す側面から見た断面図であり、図2は、本発明にかかるソレノイドの第2の実施形態を示す側面から見た断面図であり、図3は、本発明にかかるソレノイドの第3の実施形態を示す側面から見た断面図であり、図4は、第2の実施形態におけるソレノイドの推力却変位特性を示すグラフであり、図5は、従来のソレノイドを示す側面から見た断面図であり、図6は、従来のソレノイドの他の形態を示す側面から見た断面図であり、図7は、従来のソレノイドの推力却変位特性を示すグラフである。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の好適な実施の形態を添付図面に基づいて詳細に説明する。

(第1の実施形態)

本実施形態は特許請求の範囲でのパラメータ n 、 m が、 $n=0$ 、 $m=0$ の場合である。この実施形態を図1に基づいて説明する。

ソレノイド30は、励磁コイル32と、ヨーク34と、可動子36を具備している。

励磁コイル32は、ボビン31にコイルが巻き付けられて筒状に形成されている。筒状の励磁コイル32の中心には、可動子36を収納可能な収納部33が形成されている。

ヨーク34は、磁性体材料から構成され、励磁コイル32の周囲を覆って形成

される。ヨーク 3 4 は、励磁コイル 3 2 の一方側に配置された上ヨーク 3 4 a と、他方側に配置された下ヨーク 3 4 b とから構成されている。

なお、特許請求の範囲で言う第 1 のヨーク部が上ヨーク 3 4 a、第 2 のヨーク部が下ヨーク 3 4 b に該当する。なお、特許請求の範囲の連結部は、本実施形態中の下ヨーク 3 4 b が該当し、第 2 のヨーク部と一体となった構成である。

可動子 3 6 は、磁性体から構成された部材であって、励磁コイル 3 2 の中心部分の収納部 3 3 内に配置される。可動子 3 6 は、励磁コイル 3 2 が生じる磁気エネルギーによって吸引される方向に動作する。

なお、可動子 3 6 の突出方向への移動はバネ（図示せず）等によって行なわれる。

励磁コイル 3 2 の中心部分に形成される収納部 3 3 の内壁には、可動子 3 6 の外周面を囲むように軸受 4 0 が配置されている。軸受 4 0 は非磁性体によって構成されている。軸受 4 0 は、軸線方向の両端部において上ヨーク 3 4 a および下ヨーク 3 4 b によって挟み込まれている。

なお、下ヨーク 3 4 b には、収納部 3 3 の他方側の開口端部を閉塞するようにカバー 3 7 が設けられている。

上ヨーク 3 4 a の収納部 3 3 の内方へ突出する内壁面側が対向面 4 2 である。対向面 4 2 は、可動子 3 6 の外周面に対向して配置され、可動子 3 6 の外周面 3 6 b および端面 3 6 a に対して磁極となるように配置されている。

すなわち、本実施形態では、この対向面 4 2 が歯部である。

対向面 4 2 は、可動子 3 6 の外周面 3 6 b に対して接触しない程度のわずかな隙間を空けて配置される。

下ヨーク 3 4 b の収納部 3 3 の内方へ突出する内壁面側が対向面 4 4 である。この対向面 4 4 も、上記対向面 4 2 と同様に可動子 3 6 の外周面 3 6 b に対向して配置され、可動子 3 6 の外周面 3 6 b および端面 3 6 a に対して磁極となるように配置されている。

すなわち、本実施形態では、この対向面 4 4 も歯部である。

対向面 4 4 は、可動子 3 6 の外周面 3 6 b に対して接触しない程度のわずかな隙間を空けて配置される。

なお、この隙間の幅は、対向面 4 2 と可動子 3 6 の外周面 3 6 b との間に生じている隙間の幅と同一である。

そして、このように各対向面 4 2, 4 4 における隙間が同一であって且つ極めて微小な幅となるように製造できるのは、ソレノイド 3 0 の製造段階において、軸受 4 0 を基準に上ヨーク 3 4 a と下ヨーク 3 4 b とを組付けることによって、正確な組付けが達成できたためである。

本実施形態における可動子 3 6 の外周面 3 6 b において、上ヨーク 3 4 a の対向面 4 2 に対向する部分には溝部 4 6 が形成されている。

溝部 4 6 は、対向面 4 2 に対して凹む方向に凹設されており、可動子 3 6 の外周に沿って環状に形成されている。

溝部 4 6 の一方側（軸受 4 0 から離間する側）が、歯部 4 8 として上ヨーク 3 4 a の対向面 4 2 に対向する位置にあり、磁極としての機能を果たす。

また、ここに示す溝部 4 6 の形成位置は、可動子 3 6 の他方側の端部から対向面 4 2 の幅と同じ長さだけ一方側に移動した位置に形成される。すなわち、対向する対向面 4 2 の幅とほぼ同じ幅に歯部 4 8 が形成される。

軸受 4 0 の上ヨーク 3 4 a 側の端部には、可動子 3 6 の可動範囲において、溝部 4 6 の軸受 4 0 から離間する方向側の上端縁部 4 5（すなわち歯部 4 8 の端部）が当接しないように、他の部分よりも大径に形成された逃げ部 4 9 が形成されている。

なお、可動子 3 6 の可動範囲は、軸受 4 0 に、溝部 4 6 の軸受 4 0 から離間する方向側の上端縁部 4 5（すなわち歯部 4 8 の端部）が当接しないように設定してもよい。

すなわち、図 1 に示すように、可動子 3 6 の可動範囲として、可動子 3 6 が最もソレノイド内部に吸引された状態で上端縁部 4 5 の位置が、軸受 4 0 の端部の位置 x よりも一方方向側に位置するように設けるのである。

このように構成しても軸受 4 0 の破損を防止できるので、かかる構成の場合には、軸受 4 0 に逃げ部 4 9 を形成しなくともよい。

続いて、本実施形態のソレノイドの磁路について説明する。

ソレノイド 3 0 において励磁コイル 3 2 に所定の電流を通電すると、破線に示

すような磁路bが生ずる。なお、この磁路bの磁界の方向については、一例として示している。また、図1では上側に図示されている励磁コイル32の周囲の磁路は省略して図示している。

磁路bは、ヨーク34と可動子36の間を環流して閉磁路として構成される。

つまり、磁路bは、下ヨーク34bから下ヨーク34bの対向面44の内周面44aから空气中を経て可動子36の端面36aから可動子36内に至り（矢印D）、可動子36内を軸線方向に沿って上ヨーク34aの対向面42へ至る。そして、可動子36の外周面36bから空气中を経て対向面42の端面42aへ至り（矢印E）、さらに上ヨーク34aから下ヨーク34bへ到達することで環流される。

また、推力に関係する磁路としては、可動子36の歯部48から溝部46内を経て対向面42の内周面42bへ至る磁路（矢印F）や、対向面44から軸受40を介して可動子36の外周面36bに至る磁路（矢印G）も形成される。

このように、可動子36に溝部46を設けたことにより、可動子36に磁極となる歯部が形成され、推力に寄与する磁路の形成を図ることができる。

言い換えると、推力は可動子の移動量に対するパーミアンスの変化量の大きさによって決定される（上述した式 dP/dx に基づく）ので、可動子36に溝部46を設けたことによって、可動子36が移動すれば、移動に伴ってパーミアンスを変化させることができ、推力を発生させることができるのである。

（第2の実施形態）

次に、溝部および歯部の形成箇所を、上述した第1の実施形態とは変えた第2の実施形態について、図2に基づいて説明する。なお、上述した実施形態と同一の構成要素については同一の符号を付し、説明を省略する場合がある。

本実施形態は、特許請求の範囲でのパラメータn, mが、 $n=1$, $m=0$ の場合である。

ヨーク54は、上ヨーク54aと下ヨーク54bを有している。

上ヨーク54aの収納部33の内方へ突出する内壁面側の対向面52には、溝部56が形成される。

溝部56は、可動子36の外周面36bに対して凹む方向に凹設されており、

対向面 5 2 の内周に沿って環状に形成されている。

そして溝部 5 6 の両端部が、歯部 5 8 および歯部 5 9 として形成される。両歯部 5 8, 5 9 は可動子 3 6 の外周面 3 6 b の溝部および歯部（後述する）に対して対向する位置にあり、磁極としての機能を果たす。

上ヨーク 5 4 a の対向面 5 2 は、可動子 3 6 の外周面 3 6 b に対して接触しない程度のわずかな隙間を空けて配置される。

下ヨーク 5 4 b の収納部 3 3 の内方へ突出する内壁面側が対向面 5 5 である。この対向面 5 5 も、上記対向面 5 2 と同様に可動子 3 6 の外周面 3 6 b に対向して配置され、可動子 3 6 の外周面 3 6 b および端面 3 6 a に対して磁極となるように配置されている。すなわち、この対向面 5 5 も歯部である。

対向面 5 5 は、可動子 3 6 の外周面 3 6 b に対して接触しない程度のわずかな隙間を空けて配置される。

なお、可動子 3 6 の外周面 3 6 b において、上ヨーク 3 4 a の対向面 4 2 に対向する部分には 2 個の溝部 6 0 と溝部 6 2 とが形成されている。

両溝部 6 0, 6 2 は、対向面 5 2 に対して凹む方向に凹設されており、可動子 3 6 の外周に沿って環状に形成されている。

溝部 6 2 の一方側（軸受 4 0 から離間する側）が、歯部 6 6 として上ヨーク 5 4 a の対向面 5 2 に対向する位置にあり、磁極としての機能を果たす。

さらに、溝部 6 0 と溝部 6 2 に挟まれた部位も、磁極としての機能を有する歯部 6 4 として形成される。

すなわち、本実施形態では、上ヨーク 5 4 a に 1 個の溝部 5 6 と 2 個の歯部 5 8, 5 9 が設けられ、可動子 3 6 の上ヨーク 5 4 a に対向する位置に 2 個の溝部 6 0, 6 2 と 2 個の歯部 6 4, 6 6 が設けられている点が特徴である。

このように第 1 の実施形態よりも磁極となる歯部の数を増やしたことにより、第 1 の実施形態よりもパーミアンスは増加するので、さらに高い推力を実現できる。

（第 3 の実施形態）

次に、溝部および歯部の形成箇所を、上述した第 1 および第 2 の実施形態とは変えた第 3 の実施形態について、図 3 に基づいて説明する。なお、上述した実施

形態と同一の構成要素については同一の符号を付し、説明を省略する場合がある。

本実施形態は、特許請求の範囲でのパラメータ n 、 m が、 $n = 1$ 、 $m = 1$ の場合である。

本実施形態は、第2の実施形態に加え、さらに下ヨーク54bの対向面55にも溝部70を形成し、溝部70の両端部を磁極として機能する歯部72および歯部74として設けている。

また、可動子36の外周面36bにおいて、下ヨーク54bの対向面55に対向する位置に溝部76が形成されている。

溝部76の他方側には、歯部78が設けられている。歯部78は、下ヨーク54bの対向面55の歯部72に対向する位置にあり、磁極としての機能を果たす。

本実施形態では、第2の実施形態よりも磁極となる歯部の数を増やしたことにより、第2の実施形態よりもさらにパーミアンスは増加するので、さらに高い推力を実現できる。

なお、溝部および歯部の形成箇所は、上述してきた各実施形態に限定されることなく、形成箇所や形成数を特許請求の範囲に記載したような状態を満たす範囲内で様々に変更することができる。

また、上述してきた実施形態では、各溝部および各歯部の断面形状が矩形のものを図示してきた。しかし、溝部および歯部の断面形状としてはこのようなものに限定されることはなく、台形状であってもよい。台形状とすることで矩形状の場合とは異なる推力を大きさとすることができる。

実施例

図4に、上述した第2の実施形態のソレノイドの可動子のストローク（変位量）と発生する推力との関係を示す。なお、本グラフには比較のため図7で示した従来のソレノイドの推力変位特性も一緒に図示している。

これによると、本発明のソレノイドによれば、励磁コイル32へ通電する電流量によって決まる制御範囲では、推力をほぼフラットな特性とすることができ、且つ従来のソレノイドと比較して平均して2倍以上の推力を得ることができた。このため極めて制御性の良好なソレノイドを提供可能である。

以上本発明につき好適な実施例を挙げて種々説明したが、本発明はこの実施例

に限定されるものではなく、発明の精神を逸脱しない範囲内で多くの改変を施し得るのはもちろんである。

発明の効果

本発明に係るソレノイドによれば、従来よりも全体を小型化でき、推力の安定領域を広げて制御性を良くすることができる。さらに従来よりも高い推力を得ることができる。

請 求 の 範 囲

1. 励磁コイルと、

該励磁コイルの中心部分に配置される可動子と、

前記励磁コイルの一方の端面側を覆い、可動子外周面と対向する対向面を有する第1のヨーク部、前記励磁コイルの他方の端面側を覆い、可動子外周面と対向する対向面を有する第2のヨーク部、該第1および第2のヨーク部を連結してコイルの外周部を覆う連結部とを有し、前記可動子との間で閉磁路を形成するヨークとを具備するソレノイドにおいて、

前記第1のヨーク部と、前記第2のヨーク部とによって挟み込まれるようにして前記可動子の外周に配置されて可動子を移動自在に支持し、非磁性体により形成された軸受が設けられ、

前記第1のヨーク部の対向面に、内周に沿って凹設された n 個（ n は0以上の正の整数）の溝部と、該溝部に隣接して磁極として機能する $n+1$ 個の歯部とが設けられ、

前記第2のヨーク部の対向面に、内周に沿って凹設された m 個（ m は0以上の正の整数）の溝部と、該溝部に隣接して磁極として機能する $m+1$ 個の歯部とが設けられ、

前記可動子の前記第1のヨーク部との対向面に、外周に沿って凹設された $n+1$ 個の溝部と、該溝部に隣接して磁極として機能する $n+1$ 個の歯部とが設けられ、

前記可動子の前記第2のヨーク部との対向面に、外周に沿って凹設された m 個の溝部と、該溝部に隣接して磁極として機能する m 個の歯部とが設けられていることを特徴とするソレノイド。

2. 前記第1のヨーク部および前記第2のヨーク部に形成された対向面は、同一の内径を有することを特徴とする請求項1記載のソレノイド。

3. 前記溝部および前記歯部の形状は断面視矩形または台形に形成されていることを特徴とする請求項1記載のソレノイド。

4. 前記溝部および前記歯部の形状は断面視矩形または台形に形成されている

ことを特徴とする請求項 2 記載のソレノイド。

5. 前記可動子に設けられた溝部の上端縁部であって、前記軸受に対して軸線方向に離間する方向側に位置する部位が、

前記可動子の可動範囲において軸受と接触しない位置に形成されていることを特徴とする請求項 1 記載のソレノイド。

6. 前記可動子に設けられた溝部の上端縁部であって、前記軸受に対して軸線方向に離間する方向側に位置する部位が、

前記可動子の可動範囲において軸受と接触しない位置に形成されていることを特徴とする請求項 2 記載のソレノイド。

7. 前記可動子に設けられた溝部の上端縁部であって、前記軸受に対して軸線方向に離間する方向側に位置する部位が、

前記可動子の可動範囲において軸受と接触しない位置に形成されていることを特徴とする請求項 3 記載のソレノイド。

8. 前記可動子に設けられた溝部の上端縁部であって、前記軸受に対して軸線方向に離間する方向側に位置する部位が、

前記可動子の可動範囲において軸受と接触しない位置に形成されていることを特徴とする請求項 4 記載のソレノイド。

9. 前記可動子に設けられた溝部の上端縁部であって、前記軸受に対して軸線方向に離間する方向側に位置する部位が、前記可動子の可動範囲において軸受と接触しないように、

前記軸受には、逃げ部が形成されていることを特徴とする請求項 1 記載のソレノイド。

10. 前記可動子に設けられた溝部の上端縁部であって、前記軸受に対して軸線方向に離間する方向側に位置する部位が、前記可動子の可動範囲において軸受と接触しないように、

前記軸受には、逃げ部が形成されていることを特徴とする請求項 2 記載のソレノイド。

11. 前記可動子に設けられた溝部の上端縁部であって、前記軸受に対して軸線方向に離間する方向側に位置する部位が、前記可動子の可動範囲において軸受

と接触しないように、

前記軸受には、逃げ部が形成されていることを特徴とする請求項 3 記載のソレノイド。

1 2. 前記可動子に設けられた溝部の上端縁部であって、前記軸受に対して軸線方向に離間する方向側に位置する部位が、前記可動子の可動範囲において軸受と接触しないように、

前記軸受には、逃げ部が形成されていることを特徴とする請求項 4 記載のソレノイド。

1 3. 前記可動子に設けられた溝部の上端縁部であって、前記軸受に対して軸線方向に離間する方向側に位置する部位が、前記可動子の可動範囲において軸受と接触しないように、

前記軸受には、逃げ部が形成されていることを特徴とする請求項 5 記載のソレノイド。

1 4. 前記可動子に設けられた溝部の上端縁部であって、前記軸受に対して軸線方向に離間する方向側に位置する部位が、前記可動子の可動範囲において軸受と接触しないように、

前記軸受には、逃げ部が形成されていることを特徴とする請求項 6 記載のソレノイド。

1 5. 前記可動子に設けられた溝部の上端縁部であって、前記軸受に対して軸線方向に離間する方向側に位置する部位が、前記可動子の可動範囲において軸受と接触しないように、

前記軸受には、逃げ部が形成されていることを特徴とする請求項 7 記載のソレノイド。

1 6. 前記可動子に設けられた溝部の上端縁部であって、前記軸受に対して軸線方向に離間する方向側に位置する部位が、前記可動子の可動範囲において軸受と接触しないように、

前記軸受には、逃げ部が形成されていることを特徴とする請求項 8 記載のソレノイド。

圖 1

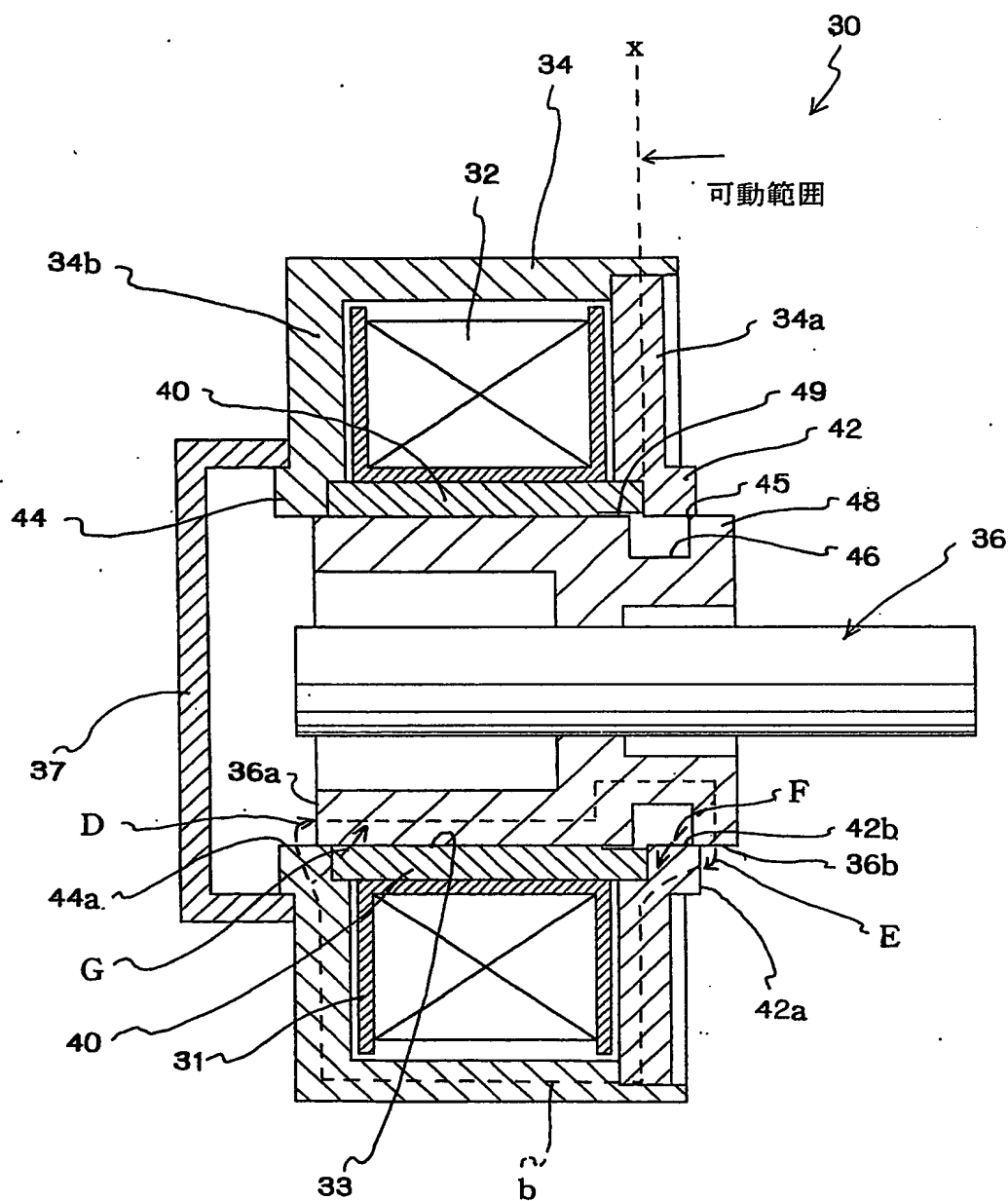
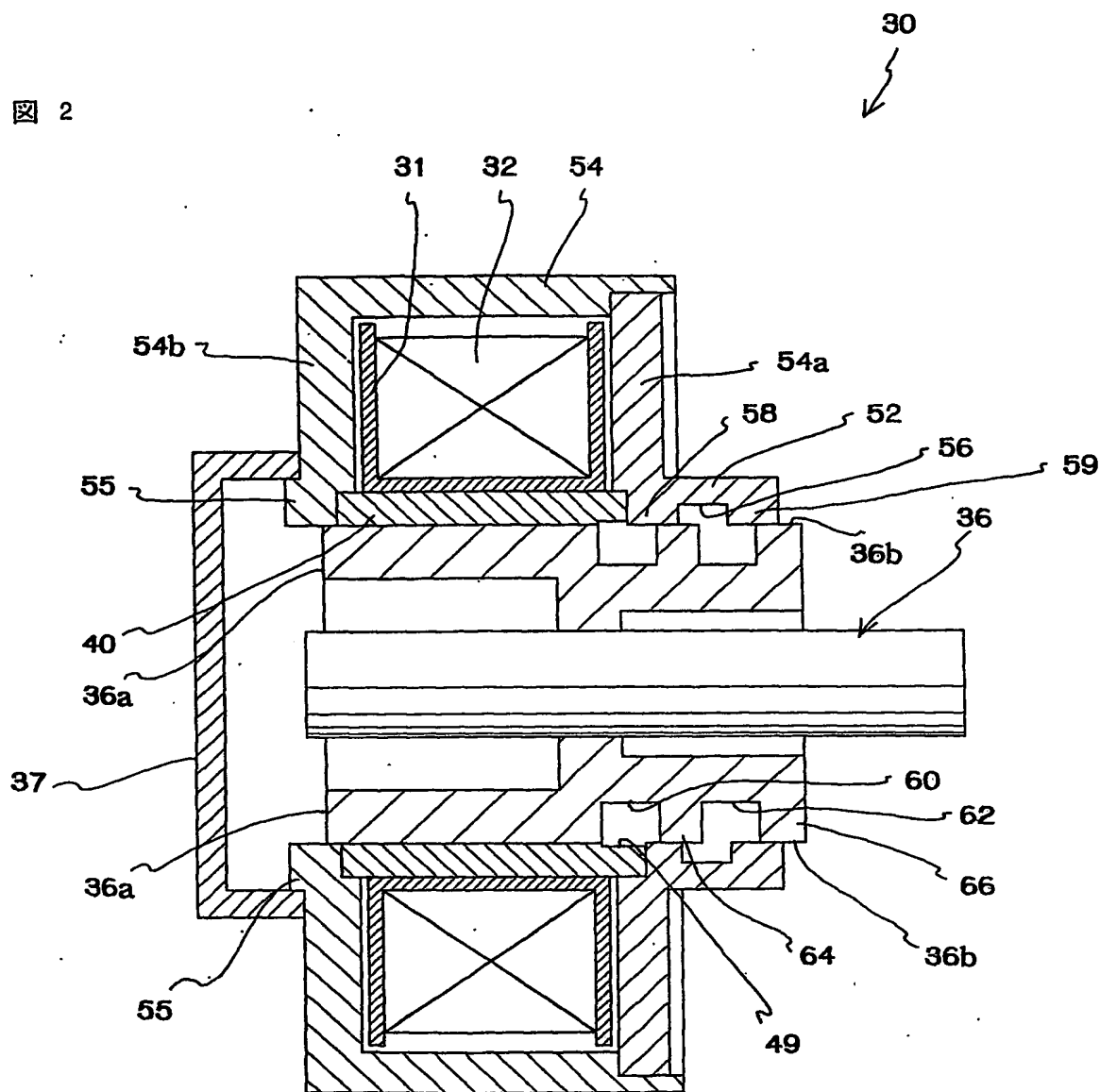


図 2



30

図 3

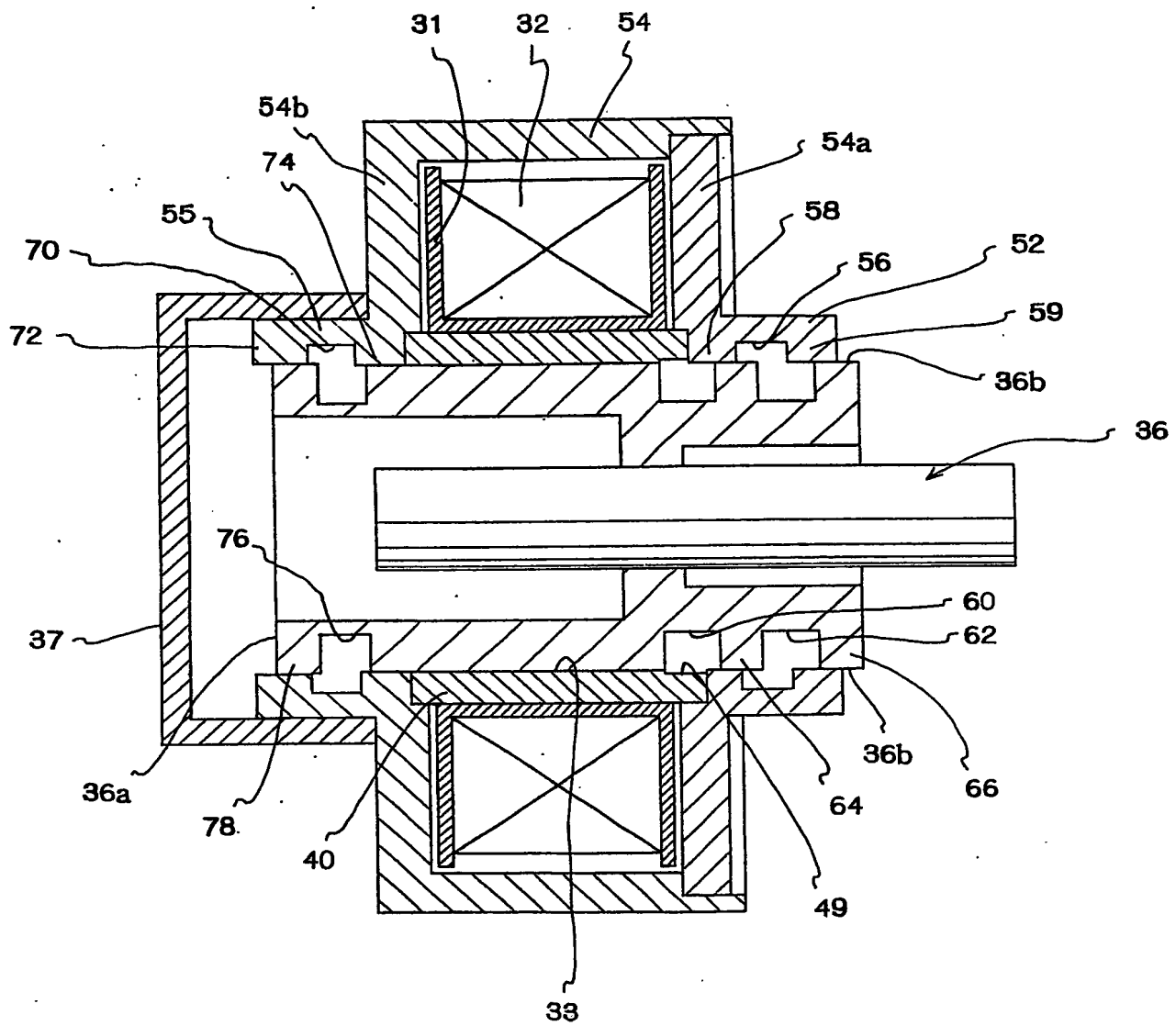


図 4

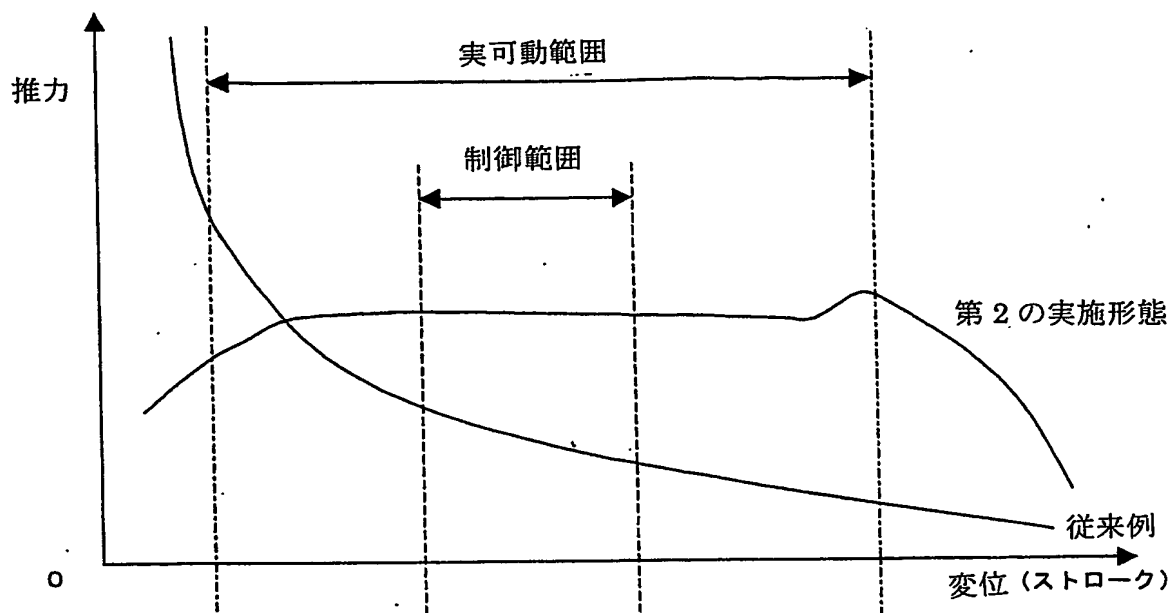
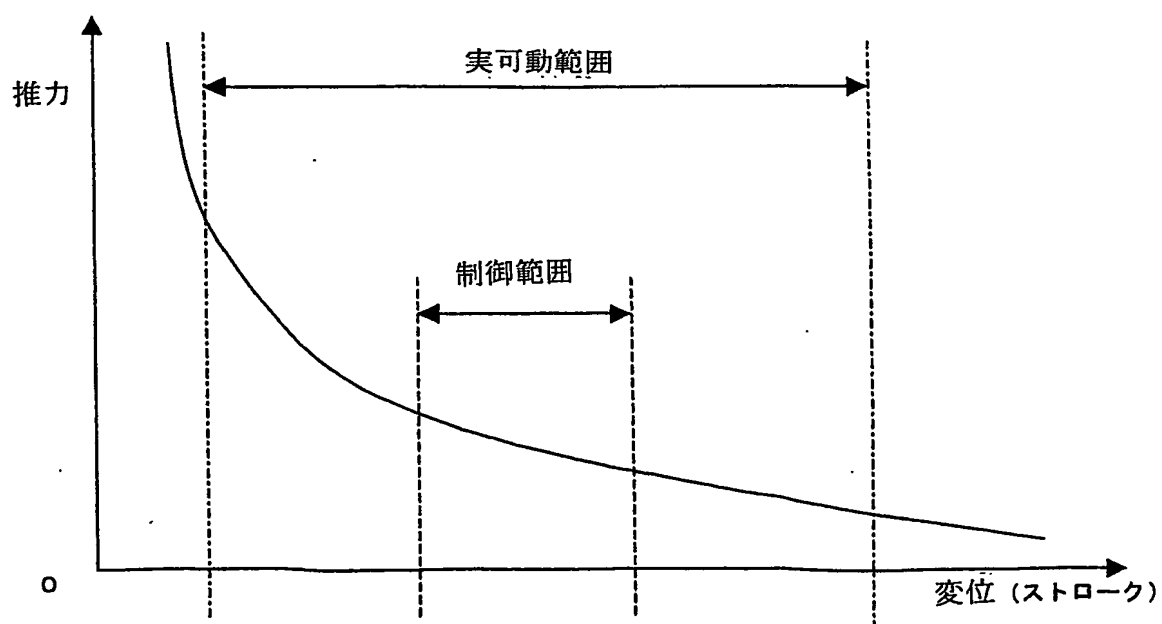


図 7



5 / 5

図 5

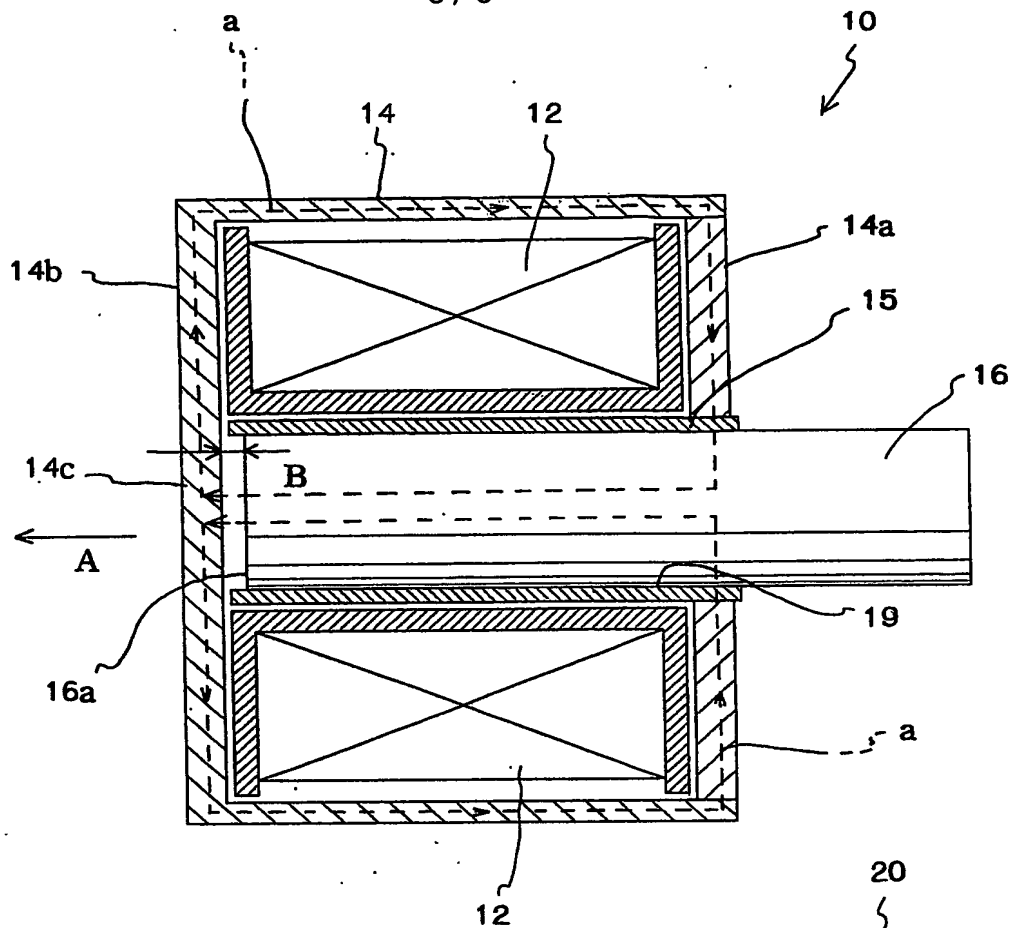
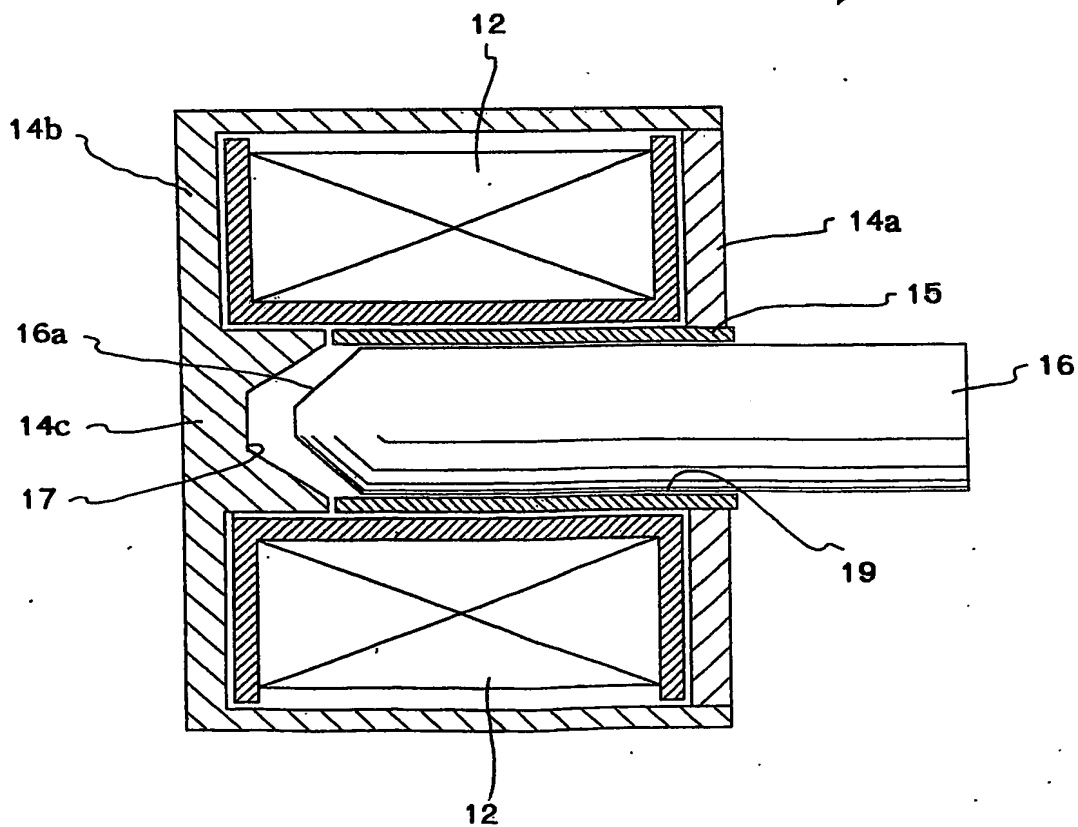


図 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/13393

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ H01F7/16

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ H01F7/16

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 49-91745 U (Mitsubishi Electric Corp.), 28 November, 1972 (28.11.72), Fig. 3 (Family: none)	1-4 5-16

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
20 January, 2004 (20.01.04)Date of mailing of the international search report
27 January, 2004 (27.01.04)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁷ H01F7/16

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁷ H01F7/16

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926年-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971年-2004年
 日本国実用新案登録公報 1996年-2004年
 日本国登録実用新案公報 1994年-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 49-91745 U (三菱電機株式会社)	1-4
A	1972. 11. 28, 第3図 (ファミリーなし)	5-16

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

20. 01. 2004

国際調査報告の発送日

27. 1. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

田中 貞嗣

5R

4231

電話番号 03-3581-1101 内線 3520